

2.2 - IMPORTANCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS LOCALES Y GLOBALES SOBRE LA DINÁMICA DE POBLACIONES DE *PAPAVER RHOEAS* BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE LABOREO

J. L. González-Andújar^{1,4}, M. Lima^{2,4} y L. Navarrete³

¹Departamento Protección de Cultivos, Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC), Apartado 4084, CP 14080 Córdoba, España. Email: andujar@cica.es

²Center for Advanced Studies in Ecology and Biodiversity (CASEB), Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago CP 6513677 Chile.

³IMIDRA. Alcalá de Henares (Madrid).España.

⁴Laboratorio Internacional de Cambio Global, LINCG (CSIC-PUC), Casilla 114-D, Santiago CP 6513677 Chile.

Resumen: Las malas hierbas presentan oscilaciones en sus poblaciones. Desde una perspectiva de la dinámica del sistema, dichas oscilaciones pueden ser el resultado de factores endógenos y exógenos. Los factores exógenos afectan a la tasa de cambio de las poblaciones pero no son afectados por factores dependientes de la densidad. Los factores endógenos afectan y son afectados por factores dependientes de la densidad. En este trabajo, modelizamos series temporales de 21 años de *Papaver rhoeas* bajo no laboreo y mínimo laboreo para determinar la importancia de los procesos endógenos y de los factores climáticos locales y globales sobre sus poblaciones. Nuestros resultados muestran que un modelo logístico incluyendo temperatura media del invierno, precipitación media y NAO (North Atlantic Oscillations) explicó el 66% y 62% de las variaciones observadas en la tasa de crecimiento de *P. rhoeas* en no laboreo y mínimo laboreo, respectivamente. La inclusión de factores exógenos como es la variable climática global NAO y las variables locales de precipitaciones y temperatura produjo un modelos capaz de predecir de manera aceptable la dinámica poblacional de *P. rhoeas* en mínimo laboreo y no laboreo. Este modelo demuestra la necesidad de incluir factores exógenos globales, como NAO, para explicar las oscilaciones observadas en la dinámica de las poblaciones de las malas hierbas.

Palabras clave: modelo logístico, oscilaciones, factores dependientes de la densidad, NAO.

INTRODUCCIÓN

El interés por las oscilaciones de las poblaciones ha fascinado a los ecólogos teóricos y aplicados por décadas (ELTON y NICHOLSON, 1942). Las malas hierbas no son ajenas a este fenómeno y presentan oscilaciones en sus poblaciones (CRONE Y TAYLOR, 1996). Desde una perspectiva de la dinámica del sistema, dichas oscilaciones pueden ser el resultado de factores endógenos y exógenos. Los factores exógenos afectan a la tasa de cambio de las poblaciones pero no son afectados por factores dependientes de la densidad. Los factores endógenos afectan y son afectados por factores dependientes de la densidad. Los factores exógenos como los factores climáticos locales y la actuación humana (e.j. rotaciones) han sido las variables utilizadas para explicar las oscilaciones de las poblaciones arvenses. Mientras que las variables endógenas han sido consideradas como factores

estabilizantes de las poblaciones (GONZÁLEZ-DÍAZ *et al.* 2009). Si bien, recientemente se ha descubierto que las variables endógenas pueden explicar las oscilaciones que presenta la mala hierba *Descurainia sophia* en cereales (GONZÁLEZ-ANDÚJAR *et al.* 2006).

La comprensión de los factores que regulan el comportamiento oscilatorio de las malas hierbas puede ser un tema importante desde el punto de vista del manejo de las mismas. Un comportamiento oscilatorio de las poblaciones arvenses podría enmascarar el control real causado por las medidas de control (e. j. herbicidas), ya que posibles descensos de la población podrían deberse principalmente a la propia oscilación de la misma y en menor medida al control ejercido, llegándose a la paradoja de que medidas de control efectivas no controlasen la población como ha sido sugerido teóricamente (GONZÁLEZ-ANDÚJAR y HUGHES 1997).

En el presente trabajo se estudia la influencia de factores exógenos, como el clima local (temperatura y precipitaciones), el clima global como el NAO (North Atlantic Oscillations) conjuntamente con factores endógenos, como es la dependencia de la densidad como variables explicativas de las oscilaciones que presentan las poblaciones de la amapola (*Papaver rhoeas* L.) bajo mínimo laboreo y siembra directa (Fig. 1).

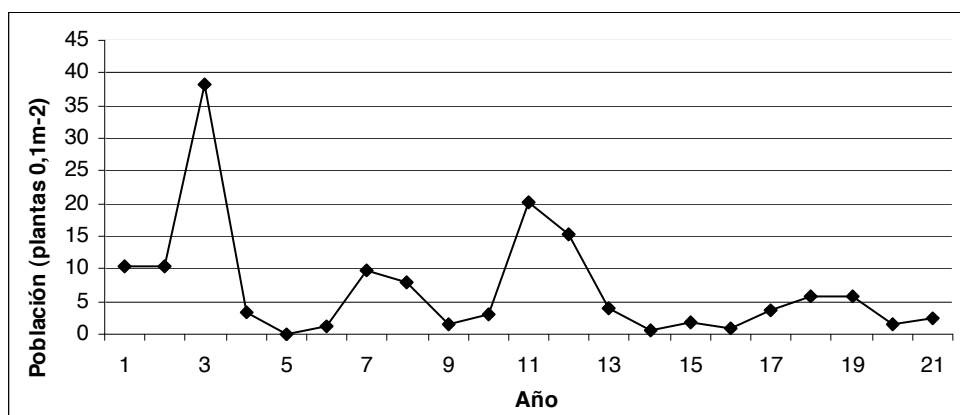


Figura 1. Oscilaciones de *Papaver rhoeas* en no laboreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio llevado a cabo en este trabajo se basó en la disponibilidad de series temporales de 21 años de datos sobre densidad poblacional (plantas m⁻²) de *P. rhoeas* obtenidas en dos experimentos sobre laboreo mínimo y siembra directa, llevados a cabo en la finca experimental del Encín (Alcalá de Henares, Madrid) (NAVARRETE *et al.*, 2005).

El modelo global general considerado fue:

$$R_t = \ln\left(\frac{N_t}{N_{t-1}}\right) = f(N_{t-1}, N_{t-2}, \dots, N_{t-p}, CL_{t-1}, CG_{t-1}, \varepsilon_t) \quad (1)$$

donde R_t es la tasa de crecimiento de la población, N es la población en el tiempo t , CL representa los factores climáticos locales (precipitación y temperatura), CG los factores climáticos globales (NAO), ε

es el error asociado al modelo. Se consideraron diferentes tipos de modelos, utilizando el criterio de información de Akaike como criterio de selección de modelos. El ajuste de los modelos a los datos fue realizado mediante regresión no lineal con el paquete estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los diferentes modelos considerados el modelo que explicó mejor los datos fue:

$$R_t = b - e \left(a \cdot N_{t-1} + C \right) + d \cdot NAO_t + eP_t + f \cdot TW_t \quad (2)$$

donde TW representa la temperatura media del invierno para el año t; P es la precipitación media para el año t; a, b, c, d, e, f son parámetros. Los demás componentes han sido definidos para la ecuación 1. El modelo explicó el 66% y 62% de las variaciones observadas en la tasa de crecimiento de *P. rhoeas* en no laboreo y mínimo laboreo, respectivamente.

La inclusión de factores exógenos como son la variable climática global NAO y las variables locales de precipitaciones y temperatura produjo un modelo capaz de predecir de manera aceptable la dinámica poblacional de *P. rhoeas* en mínimo laboreo y no laboreo. Este modelo demuestra la posible importancia de incluir factores exógenos globales, como NAO, para explicar las oscilaciones observadas en la dinámica de las poblaciones de las malas hierbas. El siguiente reto es adaptar este tipo de modelo como herramienta de manejo de las poblaciones de *P. rhoeas* y comparar sus predicciones con modelos clásicos de dinámica de poblaciones (TORRA *et al.* 2008).

BIBLIOGRAFÍA

- CRONE, E.; TAYLOR, D. R. (1996). Complex dynamics in experimental populations of an annual plant, *Cardamine pensylvanica*. *Ecology*, 77(1):289-299.
- ELTON, C. S.; NICHOLSON, M. (1942). The 10-year cycle in numbers of the lynx in Canada. *Journal of Animal Ecology* 11: 215-244.
- GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L., HUGHES G. (1997). Efecto de las dinámicas poblaciones complejas sobre el control de las malas hierbas. *Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*. pp: 155-158
- GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (2004). Modelling the population dynamics of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) under various weed management systems. *Crop Protection*, 23, 723-729.
- GONZALEZ-ANDUJAR, JL, FERNANDEZ-QUINTANILLA, C.; NAVARRETE, L. (2006). Population cycles in an annual plant produced by delay-density dependence. *American Naturalist* 168: 318-322.
- GONZÁLEZ-DÍAZ, L, BASTIDA, F, GONZÁLEZ-ANDÚJAR JL (2009). Modelling of the population dynamics of *Phalaris brachystachys* Link under various herbicide control scenarios in a Mediterranean climate. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7:35-39.
- NAVARRETE, L., FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C., HERRANZ MARTOS, J. L., SÁNCHEZ-GIRON, V. (2005). Evolución de la vegetación arvense en cultivo de secano. *Terralia* 49:28-39.
- TORRA., GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L., RECASSENS, J (2008). Modelling the long term population dynamics of poppy (*Papaver rhoeas*) under various weed management systems. *Weed Research* 48:136-146.

Summary: Importance of the global and local climatic factors on the population dynamics of *Papaver rhoeas* under different tillage systems. Oscillations have been observed in weed populations. From a dynamical system perspective periodic oscillations can be the result of endogenous or exogenous factors. Exogenous factors affect the population rate of change but they are unaffected by the current or past values of the population. By contrast, endogenous factors affect and are affected by the current or past values of population density. Here, we used a long-term data set of *Papaver rhoeas* L. (poppy) in non-tillage and minimum tillage systems for determining the importance of endogenous processes, local weather and large-scale climatic factors on its populations. Our analyses showed that the first-order logistic model, including winter temperatures, NAO and precipitations effects explains 66 and 62 % of the observed variation in the growth rate values in the non-tillage and minimum tillage systems, respectively. On the other hand, the model fitted including the NAO (North Atlantic Oscillations), rainfall and temperature as exogenous variables was able to show acceptable predictions in the minimum tillage and non-tillage data sets. This work, highlight the possible importance of the effect of large-scale climatic factors such as NAO on local weed population oscillations.

Key words: logistic model, oscillations, density-dependence, NAO